

新型的发电厂厂用电气监控系统

黄小悦¹, 常胜²

(1. 广东粤电靖海发电有限公司, 广东 揭阳 515223; 2. 广东省电力设计研究院, 广东 广州 510600)

摘要: 电气系统设备的运行管理水平将直接关系到发电厂运行的安全经济性, 从而影响发电厂的市场竞争力。该文分析了电气系统控制的特点, 指出了在设计电气监控管理系统时必须注意的关键性问题, 在此基础上提出了一种发电厂电气监控系统的可行性方案, 论述了其结构体系和一些实现细节。

关键词: 电气监控管理系统; ECS; 发电厂

中图分类号: TM621; TM76

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2006)11-0035-05

0 引言

火力发电厂的自动化包括热工自动化和电气自动化两大部分。由于新建机组和老机组的更新改造中广泛采用了分散控制系统(DCS)实现对机、炉的监控, 形成了数据采集(DAS)、模拟量控制(MCS)、顺序控制(SCS)、锅炉炉膛安全监控(FSSS), 这四大相互协调的系统, 从而使得发电厂热工自动化的监控水平跃上了一个新的台阶。反观电气系统的监控, 相当一部分电厂仍然停留在依靠常规的仪表、光字牌、继电器、控制开关及其接点组成的控制逻辑来实现的水平, 或者虽然电气的继电保护、励磁调节、自动同期等装置已逐步实现了微机化, 但其自动化的整体水平一直未能实现质的飞跃, 主要表现为: 电气系统中, 保护装置、安全自动装置基本独立运行, 与DCS系统间通过硬接点方式进行有限的控制和信号交换; 电气系统的控制, 基本上采用常规控制手段, 电气系统的测量、保护动作、定值整定、事故追忆、电量和潮流报表等电气运行参数无法接入到DCS/FCS系统中。因此, 尽管电气系统部分设备的自动化程度已达到一定水平, 但从电气系统的整体自动化水平来看, 还有待进一步提高。

针对这种状况, 近年来, 各电厂及相关设计部门对提高发电厂电气自动化水平表现出极大的兴趣, 提出了各种将电气系统联网形成电气监控系统(ECS)后接入DCS的方案^[1,2], 并在许多电厂进行了相应试点。普遍的观点认为, 电气系统接入DCS是一个趋势, 而且, 在接入方式上, 越来越多的考虑用通信方式部分取代按“点”收费的“硬连接”方式。

本文在参考现有的电气监控系统体系的基础上, 首先分析了发电厂电气系统监控的特点, 在此基

础上指出了实现电气监控系统所需解决的技术难点, 然后有针对性地提出了一整套电气监控系统的构架方案, 探讨了其可行性并给出了相关的实现步骤。

1 电气系统监控的特点

电气系统与热工自动化系统相比在运行过程和控制要求上有着很多不同之处。发电厂电气系统的主要特征可归结为以下几点:

1) 相对于热工设备而言, 电气设备控制对象较少, 操作的频率低, 有的系统或设备在正常运行状态下, 时常几个月或更长时间才操作一次。但与此同时, 电气设备的操作准确性要求很高, 特别是发电机变压器组及厂用电源, 一旦出现问题后果将非常严重。因此, 对于发变组及厂用电源断路器, 特别是发电机并网, 厂用电源的切换等, 必须充分考虑操作的安全可靠性。

2) 电气设备的保护装置或自动装置, 其可靠性要求非常高, 动作速度快。例如, 发变组保护动作速度要求在40ms以内; 自动准同期(ASS)采用同步电压方式, 转速、电压调整和滑压控制要求在5ms以内; 电压自动调整装置(AVR)快速励磁要求时间极短; 厂用电快切装置快速切换时间一般小于60~80ms, 同步鉴定相位差为5°~20°。这些都对电气监控系统的性能提出了较为苛刻的要求。

3) 300MW及以上机组一般每2台机组共用1台起备变, 任一机组检修都不能影响另一台机组的正常运行, 因此在ECS联入DCS时, DCS控制应考虑其控制方式, 以确保只能有1台机组的DCS实现对共用部分的控制, 同时另一台机组的DCS能够实现实时监视, 并且这两种不同的监控权限能够在两

台机组间实现切换。

4) 电气设备电气系统的联锁逻辑较为简单,但电气设备本身的操作机构却十分复杂。

总结以上特点,我们可以得出这样一个具有普遍意义的结论:构建发电厂电气监控系统并与 DCS 系统连接,其系统结构和联网方式要确保系统具有很高的可靠性。除了能实现正常起停和运行操作外,尤其要求能够实现实时显示异常运行和事故状态下的各种数据和状态,并提供相应的操作指导和应急处理措施,保证电气系统在最安全合理的工况下工作。因此本文提出的新型发电厂电气监控管理系统就以此结论作为设计的主导思想。

2 设计电气监控系统需要注意和解决的问题

电气系统联网及接入 DCS 也存在一些问题和困难。从 DCS 厂家看,厂家对接入如此多的通信数据存在疑问,一个原因是,DCS 主要关心机炉系统的安全,侧重点不同,所以并不需要“无关”的数据。另一原因是,通信接口没有规范,需要具体工程具体实施,存在 DCS 厂家与电气监控系统厂家的配合问题,系统连接困难。因此造成目前电气监控系统的现状是:控制命令和位置信号仍由 DCS 通过硬接线方式传送,通过现场总线送至 DCS 的只有测量值、动作信号等很少的信息。从电厂角度看,电气系统联网后,如果只在 DCS 系统中有监视测量、动作情况等简单功能,不能在深层次的数据挖掘中提高电气系统的运行维护管理水平,也无法表现出电气系统联网的必要性^[3]。

因此设计一个实用高效的发电厂电气监控系统必须着重考虑以下几个问题:

1) 系统接入问题:目前电气系统接入 DCS 系统一般采用所谓的“硬连接”方式。硬连接方式的主要缺点是投资过大,DCS 系统按“点”收费,每增加一个量,都要额外地增加一路电缆与 DCS 系统直接相连,造成 DCS 系统的投资随着接入量数目的增加而增加。

2) 通讯数据问题:发电厂电气部分的保护测控装置很多,其所需传输的四遥(遥测、遥信、遥控、遥调)通信信息必然也很多,这些数据中大部分是 DCS 所不关心的,如果不加区分地将所有数据都提交给 DCS 处理,必然造成网络繁忙,影响 DCS 系统的稳定性,因此厂家对接入如此多的通信数据存在疑问。

3) 通信接口问题:DCS 与 ECS 的通信接口并没有统一的规范,需要根据具体工程决定实施方案,这就存在 DCS 厂家与电气系统厂家的配合问题,系统连接困难。

4) 电气联锁问题:发电厂中存在很多联锁回路,尽管联锁的逻辑比较简单,但是电气设备本身操作复杂,以往基于 RS-485/RS-232 的通信并不十分稳定,容易出现通信中断,从而造成联锁失效,因此在联锁的通信方式上都采用了硬接线方式。

5) 功能问题:电气系统联网后,如果只在 DCS 系统中有监视、测量、动作等简单功能,并不能在深层次上提高电气系统的运行维护管理水平,也无法体现出电气系统接入 DCS 实现联网自动化的优越性。

本文所提出的新型发电厂电气监控管理系统系较好地考虑到了这些问题。

3 新型发电厂电气监控系统的总体框架

一个完整而可靠的发电厂电气监控系统其作用在于:应用计算机、测量保护与控制、现场总线技术及通信技术,实现发电厂电气系统的运行、保护、控制、故障信息管理及故障诊断、电气性能优化等功能的综合自动化。它应用现场总线技术,将电气系统连接成电气监控网络,一方面接入 DCS,完成必要的控制功能及与 DCS 进行相关数据的交换,另一方面,通过接入电气主站系统,充分利用电气系统联网后信息全面的优势,加强电气信息的应用,完成较为复杂的电气运行管理工作,实现电气的“综合自动化”,并实现与发电厂 MIS 和 SIS 的无缝连接,从而提高发电厂电气系统的自动化及运行管理水平,提高电厂在发电市场上的竞争能力^[4,5]。

系统采用分散式就地安装的集保护、测量、控制、通信于一体的智能前端设备(如电动机测控及综合保护装置、变压器测控保护装置、微机厂用分支保护装置、微机同期合闸装置、微机备自投装置等),用现场总线将这些前端设备的通信接口连接起来构成电气监控网络;通过以太网连接设备将数据库服务器、电气运行工作站、维护工程师站、远动工作站等组网构成电气监控管理上位机系统;通过通信管理机连接 DCS 系统;通过服务组件与电厂的 MIS 系统、SIS 系统、INTERNET 网等互联。为更好地实现上述的功能,可以采用先进的分层分布式系统结构,将整个电气监控系统划分为 3 个层次。

1) 保护测控层

由众多的保护和自动装置构成,这些装置具有测量、控制、保护、信号、通信等基本功能,可完成各自的特殊功能。该层装置数量众多且分散,应利用现场总线技术予以连接。主要包括:

发电机保护,主变保护,励磁调节装置,厂用电快速切换装置,自动准同期装置,6 kV厂用电综合保护测控装置(含电动机、变压器、馈线等),400 V智能脱扣器,直流系统控制,UPS控制等。

考虑到电压等级、设备类型、安装地点、现场总线标准等可能不同,应将所有装置分组成几个子系统,如6 kV测控子系统、400 V测控子系统、公用段子系统、发电机保护等智能设备子系统等,以便于联网和管理。

2) 通信管理层

由于各保护测控装置间通讯协议的多样性,各种装置之间无法实现信息的直接交互。为了解决这些问题,可以加入通讯主控单元(前置机)完成通信控制和规约的转换功能,实现不同装置之间以及装置和DCS、电气主站之间的信息交互。通讯主控单元完成信息的接收、发送、规约的转换,将DCS对保护测控层的控制命令或电气主站系统的查询及修改定值等命令,向下发至各有关装置,同时将各装置上传信息送至电气主站系统。

通讯主控单元的设计必须满足以下两个方面:硬件上,应采用单片机或嵌入式PC、电子硬盘、支持多种硬件接口,如232/485、以太网口、PROFIBUS等其他现场总线接口,保障高可靠性和通用性;软件上,应采用嵌入式实时操作系统(RTOS),模块化设计,可支持多种通信网络协议,保障实时性、标准性和可扩展性。

3) 系统监控层

系统监控层包括数据库服务器、应用Web服务器、工作站及通信、监控、应用等各种软件,以及其他网络设备、GPS系统、打印机等。

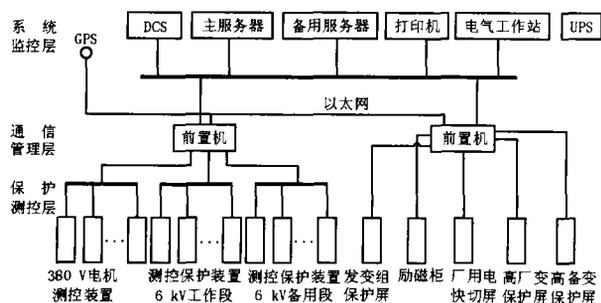


图1 电气监控系统体系结构

Fig 1 Architecture of electrical supervisory and control system

这种分层分布式的电气监控系统结构图如图1所示。采用此架构的优点在于:设备就地安装,与DCS间通过通信线连接,可节省大量控制电缆;电气信息量的交换不受限制,与系统投资基本无关。电气工作站除实现画面显示、报表生成、打印、人机接口、事件记录、报警、事故追忆、分析、系统维护等功能外,还可以充分利用电气系统联网后信息全面的优势,加强电气信息的应用,完成较为复杂的电气运行管理工作,如实现自动抄表、小电流接地选线、故障信息管理、设备管理等高级应用功能。

4 电气监控系统的组网方式

本文所提出的发电厂ECS系统采用了先进的分层分布式系统结构。系统监控层、通讯管理层、现场保护测控单元层,三层自上而下相互协调。如前所述现场保护测控单元层的装置数量众多,为了保证系统的实时性和可靠性,一般需将这些装置分为若干组,再通过现场总线分别组网至对应的通讯管理装置,通讯管理装置通过高速以太网和上位机系统监控层进行通讯。常用的分组原则有以下两种:

1) 根据厂用电气主接线组网:根据电厂厂用电系统主接线分段对各种测控设备和保护设备进行分组,通过现场总线分别组网至对应的通讯主控单元。各通讯主控单元再联网至ECS后台系统。以一台单元机组ECS组网方案为例,其示意图如图2所示。无公用段,有两段6 kV厂用母线。当然也可以把6 kV A、B段分别对应两台通讯主控单元,即#1主控下带6 kV A段及其对应的400 V厂用保护测控装置,#2主控下带6 kV B段及其对应的400 V厂用保护测控装置。发变组、高备变的保护测控设备、快切屏、同期屏、励磁调节控制屏等智能设备分别接入这两台主控单元中。

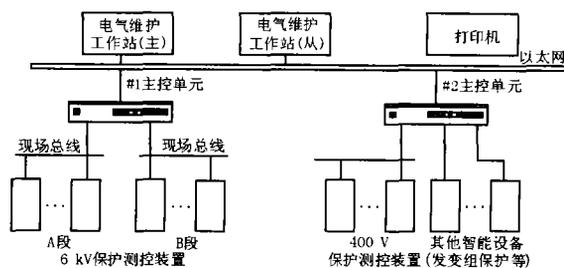


图2 一台单元机组ECS组网方案图

Fig 2 ECS network of one generation unit

根据电厂厂用电系统主接线分段对各种测控设备和保护设备进行分组的ECS组网方案特点是:方案简单实用,现场总线布线容易,间隔分明,便于维

护,且成本相对较低,缺点是与 DCS 工艺流程控制关联不大,无法与 DCS 的 DPU 一对一通讯,与 DCS 交换数据的速度受到制约,因此 DCS 对电气设备的控制一般仍需通过硬接线实现。

2) 根据 DCS 系统的模式组网:本方案根据 DCS 系统 DPU 的配置配备 ECS 的通讯主控单元,即把与热工生产流程密切相关的 6 kV 和 400 V 电动机等负载的保护、测控设备分在同一组接入通讯主控单元,通讯主控单元与 DPU 一一对应;进线、低压变压器等与生产流程关联不大的保护测控设备单独联网。发变组、高备变的保护测控设备、快切屏、同期屏、励磁调节控制屏等也接入这些通讯主控单元。如图 3 所示。

根据 DCS 系统 DPU 的配置配备 ECS 组网方案特点是:与 DCS 工艺流程控制密切关联,通讯主控单元可以与 DCS 的 DPU 一对一通讯,实时性和可靠性得到了提高,DCS 对电气设备的控制可以通过通讯实现,从而可以取消所用硬接线。缺点是系统相对复杂,通讯主控单元数量较多,因而成本较高;另外现场总线布线在电气间隔有交叉。

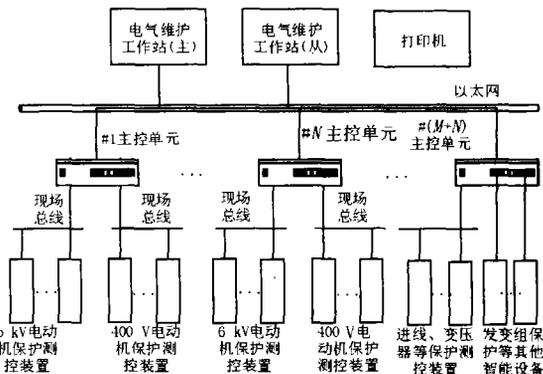


图 3 方案二 ECS 组网图

Fig 3 ECS network of scheme Na 2

注: $N = \text{DCS 系统 DPU 数量}$, M 取决于进线、变压器以及发变组保护等智能设备的数量和通讯主控单元的通讯接入能力。

5 电气监控系统与 DCS 的联接方式

以前,电气量是通过硬接线接入 DCS 的。电气模拟量如电压、电流、功率是通过变送器送至 DCS 模拟量采集板,开关、保护状态等开关量通过硬接线接入 DCS 的开出板,对电气的控制则由 DCS 的开出板接至电气系统的开关控制回路。这种方法的缺点是 DCS 成本特别是模拟量采集部分很高,变送器及信号电缆费用也很高,设计、施工复杂,且很多与 ECS 重复,浪费严重,而且扩展性很差。现在,上述

电气量在 ECS 系统中均已采集,可以通过网络通信送至 DCS,从而克服上述缺陷。因此,实现 ECS 联网以及和 DCS 实现数据通信,已成为发展趋势。ECS 接入 DCS 方案也有多种方式,本文介绍两种:

1) ECS 通讯主控单元直接接入 DCS 的 DPU 或通讯工作站:本方案中每个通讯主控单元均提供与 DCS 的通讯接口。该通讯接口可以是串行接口 (RS232/422/485),也可以是以太网。

本方案的特点是 ECS 和 DCS 相对独立,简单易行,与 DCS 协调容易,因此目前采用该方案的电厂较多。如图 4 所示。

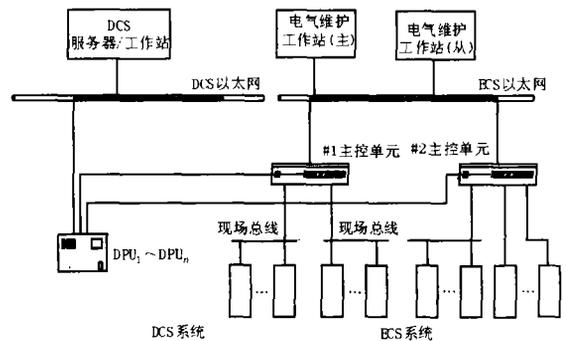


图 4 ECS 和 DCS 连接方案 1

Fig 4 Connection method of ECS and DCS of scheme Na 1

2) ECS 通过以太网桥 (Gateway) 接入 DCS 以太网:本方案通过一台以太网网桥把 ECS 以太网和 DCS 以太网连成一体,实现 ECS 与 DCS 所有的数据交换和命令传递。参见图 5。本方案的特点是 ECS 和 DCS 相对独立,简单易行,与 DCS 协调容易。

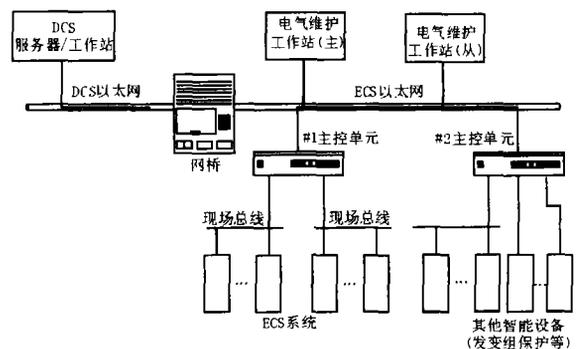


图 5 ECS 和 DCS 连接方案 2

Fig 5 Connection method of ECS and DCS of scheme Na 2

6 结束语

近几年来发电厂电气设备综合自动化水平的提高,以及现场总线技术的发展,为建立新型的电气监控系统 (ECS) 奠定了技术上的基础。发电厂电气监

控管理系统是进一步提高电厂自动化水平,特别是电气运行管理水平的有力保证。本文所提出的新型ECS的体系与实现方案特别适用于当前的发电厂电气系统运行现状,具有很强的实用价值,可供工程借鉴。

参考文献:

- [1] 吴伟,孙建. 浅谈发电厂电气系统监控纳入机组 DCS [J]. 山东电力技术, 2000, (2): 45-48
WU Wei, SUN Jian Talking of the Power Plant Electrical System Brought into DCS [J]. Shandong Electric Power, 2000, (2): 45-48
- [2] 赵琳,姜向辉. 由 DCS 进行火电厂电气系统的监控 [J]. 电力学报, 1998, 13 (2): 124-129
ZHAO Lin, JIANG Xiang-hui Electrical System Shall be Supervised by DCS in Coal-fired Power Plant[J]. Journal of Electric Power, 1998, 13 (2): 124-129
- [3] 吴泽生,吴艳萍. 数字化电气监管控制系统的探讨 [J]. 电力自动化设备, 2004, 24 (1): 94-97
WU Ze-sheng, WU Yan-ping Discussion on Digital Electrical Supervisory Control and Management System

[J]. Electric Power Automation Equipment, 2004, 24 (1): 94-97.

- [4] 董桁. 发电厂电气系统监控纳入 DCS 的应用 [J]. 四川电力技术, 2003, (6): 25-27.
DONG Heng Application of Power Plant Electrical Supervisory and Control System Brought into DCS [J]. Sichuan Electrical Technology, 2003, (6): 25-27.
- [5] 张英绵. 发电厂电气系统纳入 DCS 的控制方式 [J]. 电力建设, 1999, (7): 24-27.
ZHANG Yingmian Control Mode of Electrical System in Power Plant Brought into DCS [J]. Electric Power Construction, 1999, (7): 24-27.

收稿日期: 2005-11-29; 修回日期: 2005-12-02

作者简介:

黄小悦 (1972 -),男,工程师,主要从事发电厂继电保护的应用研究和运行管理;

常胜 (1965 -),男,高级工程师,主要从事电力系统继电保护的设计和应用研究。Email: changsheng@gedi.com.cn

New type of electrical supervisory control and management system of power plant

HUANG Xiao-yue¹, CHANG Sheng²

(1. Guangdong Yuedian Jinghai Power Generation Company, Jieyang 515000, China;

2. Guangdong Power Design Institute, Guangzhou 510000, China)

Abstract: The operation and management level of electric system of power plant directly influences its security and economy, even its competition capability in the market. The character of electric system control is analyzed. Some necessary suggestions for designing one kind of high-performed electrical supervisory control and management system are given. Based on which, a new system scheme is proposed and its structure and implementation are detailed.

Key words: electrical supervisory control and management system; ECS; power plant

爱邦电气: A-51 保护回路矢量分析仪填补国内空白

西安爱邦电气有限公司经过几年的技术攻关,日前推出的手持式 A-51 型保护回路矢量分析仪,代表了当前国内便携式相位测量仪器智能化程度和准确度的最高水平。

A-51 不仅是一台高精度的三相电力参数测量仪,还是一台国内首创的继电保护回路接线分析仪器,国际上也未见到同类产品的相关报道。A-51 能对二次回路的电压、电流、相位、频率、功率、CT 变比等多种电参数进行准确测量,基本精度达到 0.1%,更突出的是该仪器还能对主变差动保护和母线差动保护的接线正确性进行判断:通过对测量数据进行分析,直接给出保护回路接线正确性的判断,对错误的接线能够指出具体的错误原因,给出纠正错误接线的建议并在屏幕上显示分析结果与向量图,并且可以生成标准格式的试验报告。代替以前由资深技术人员进行人工分析,避免了由于计算繁琐,受负荷电流、人员技术素质等因素的影响而发生误判。

此外,该产品人性化设计,工艺精湛,功能强大,可选蓝牙通信,支持遥控操作,CF 卡存储,随机配置 DELL 掌上电脑。

随着 A-51 的推出,西安爱邦电气有限公司已经在便携式相位等多电量测量仪器领域形成 A-25、A-200+、A-300、A-51 等完整的产品线,进一步巩固了在业界的领导地位。